

특 2003-0006953

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(51) Int. Cl.
G03F 7/20(11) 공개번호 특2003-0006953
(43) 공개일자 2003년01월23일

(21) 출원번호	10-2002-0024403
(22) 출원일자	2002년 05월 03일
(30) 우선권 주장	01304075.3 2001년 05월 04일 EP(EP)
(71) 출원인	에이에스엠엘 네덜란드 비.브이. 네덜란드 엘 에이 벨드호펜 5503 데 룬 1110 클렌스요하네스카타리누스후베르투스 네덜란드엔엘-6211엘페마스트리히트 롱게르세스트라트68 모어스마르코휴고페트루스 네덜란드엔엘-5628엔게마인트호펜웨네파트5
(72) 발명자	송재련, 김양오
(74) 대리인	송재련, 김양오

심사청구 : 없음

(54) 리소그래피 장치, 디바이스 제조방법 및 그 디바이스

요약

방사선의 제1투영빔을 제공하는 제1방사선시스템과; 방사선의 제2투영빔을 제공하는 제2방사선시스템과; 제1패터닝수단 및 제2패터닝수단을 지지하는 지지구조체로서, 제1패터닝수단은 제1패턴에 따라 제1투영빔을 패터닝하는 역할을 하고 제2패터닝수단은 제2패턴에 따라 제2투영빔을 패터닝하는 역할을 하는 지지구조체와; 기판을 잡아주는 기판테이블과; 제1 및 제2의 패터닝된 빔을 조합하여 조합된 빔을 기판의 타겟부상으로 투영하는 투영시스템을 포함하는 리소그래피 투영장치.

도표도

도2

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 투영장치를 도시한 도면,
 도 2는 본 발명의 개략적 배치구성을 도시한 도면,
 도 3은 본 발명의 패터닝수단 지지구조체를 도시한 도면,
 도 4는 방사선의 제1 및 제2투영빔이 하나의 방사원에 의하여 공급되는 실시예를 도시한 도면,
 도 5는 평행하게 배치된 복수의 빔스플리터를 포함하는 빔스플리터를 도시한 도면.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은,

- 방사선의 투영빔을 제공하는 방사선시스템,
- 소정 패턴에 따라 투영빔을 패터닝하는 역할을 하는 패터닝수단을 지지하는 지지구조체,
- 기판을 잡아주는 기판테이블, 및
- 기판의 타겟부상에 패터닝된 빔을 투영하는 투영시스템을 포함하는 리소그래피 투영장치에 관한 것이다.

'패터닝수단(patterning means)'이라는 용어는 기판의 타겟부에 형성되어야 할 패턴에 대응하는 패터닝된 단면을 입사하는 방사선빔에 부여하도록 사용될 수 있는 수단을 의미하는 것으로서 폭넓게 해석되어야 하며, 본 명세서에서는 '광 밸브(light valve)'라는 용어로도 사용된다. 일반적으로, 상기 패턴은 집적회로 또는 기타 디바이스와 같이 타겟부에 형성될 디바이스 내의 특정 기능층에 해당할 것이다(이하 참조).

그러한 패턴닝수단의 예로는 다음과 같은 것들이 포함된다.

- 마스크, 마스크의 개념은 리소그래피 분야에서 이미 잘 알려져 있고, 바이너리(binary)형, 교번 위상반전(alternating phase-shift)형 및 감쇠 위상 반전형 마스크와 다양한 하이브리드 마스크 형식도 포함한다. 투영법 내에 이러한 마스크가 놓이면, 마스크의 패턴에 따라 마스크에 입사되는 방사선의 선택적인 투과(투과 마스크의 경우) 또는 반사(반사 마스크의 경우)가 이루어진다. 마스크의 경우에, 그 지지구조체는 일반적으로 마스크테이블이며 이것은 입사하는 방사선빔 내의 소정 위치에서 마스크를 잡아둘 수 있고 필요에 따라서는 빔에 대하여 이동될 수 있다.

- 프로그램가능한 거울배열. 이러한 장치의 예로는, 점탄성제어 층(viscoelastic control layer)과 반사면을 구비한 매트릭스-어드레서블 표면이 있다. 이러한 장치의 기본원리는, (예를 들어) 반사면의 어드레스된 영역(addressed area)에서는 입사광을 회절광으로 반사하는 한편, 어드레스되지 않은 영역에서는 입사광을 비회절광으로 반사하는 것이다. 적절한 필터를 사용하면, 반사된 빔 중에서 상기 비회절광을 필터링하여 회절광만 남게 할 수 있다. 이러한 방식으로 빔은 매트릭스-어드레서블 표면의 어드레스 패턴에 따라 패턴닝된다. 프로그램가능한 거울배열의 대안적인 실시예는 국부화된 적절한 전기장을 가하거나 압전작동수단(piezoelectric actuation mean)을 채용하여 축을 중심으로 각각의 거울이 개별적으로 기울어질 수 있는 작은 거울들의 매트릭스 배치를 채용하는 것이다. 마찬가지로, 상기 거울은 매트릭스-어드레서블이며, 어드레스된 거울은 입사되는 방사선빔을 어드레스되지 않은 거울과는 다른 방향으로 반사한다. 이러한 방식으로, 상기 반사된 빔은 상기 매트릭스-어드레서블 거울의 어드레스 패턴에 따라 패턴닝된다. 이때 요구되는 매트릭스 어드레스는 적절한 전자수단을 사용하여 수행될 수 있다. 상기에 서술된 두 가지 상황 모두에서, 패턴닝수단은 1 이상의 프로그램가능한 거울배열을 포함할 수 있다. 이러한 거울배열에 관한 더 많은 정보는, 예를 들어 본 명세서에서 참조되고 있는 미국특허 US 5,296,891호, US 5,523,193호 및 PCT 특허출원 WO 98/38597호, WO 98/33096호로부터 얻을 수 있다. 프로그래밍가능한 거울배열의 경우, 상기 지지구조체는 예를 들어, 필요에 따라 고정되거나 움직일 수 있는 프레임 또는 테이블로써 구현될 수 있다.

- 프로그래밍 가능한 LCD 배열. 이러한 구조의 일례는 본 명세서에서 참조되고 있는 미국특허 US 5,229,872호에 개시되어 있다. 상기과 마찬가지로, 이러한 경우 상기 지지구조체는 필요에 따라 고정되거나 움직일 수 있는 프레임 또는 테이블로써 구현될 수 있다.

설명을 간단히 하기 위하여, 본 명세서의 나머지 부분 중 어느 곳에서는 그 자체가 마스크 및 마스크테이블을 포함하는 예시적인 용어로서 지칭될 수도 있다. 하지만, 그러한 예시에서 논의된 일반적인 원리는 상술한 바와 같은 패턴닝수단의 광의의 개념으로 이해되어야 한다.

예를 들어, 리소그래피 투영장치는 집적회로(IC)의 제조에 사용될 수 있다. 이러한 경우, 상기 패턴닝수단은 IC의 개별층에 해당하는 회로패턴을 생성할 수 있으며, 상기 패턴은 한 층의 방사선감응재(레지스트)로 코팅된 기판(실리콘 웨이퍼)상의 타겟부(예를 들어, 1이상의 다이나로 구성되는)에 묘화될 수 있다. 일반적으로 한장의 웨이퍼에는 인접하여 있는 여러 개의 타겟부로 구성된 전체적인 네트워크를 포함하며, 이들 타겟부는 투영시스템을 통하여 한번에 하나씩 연속적으로 조사된다. 현재 통용되는 장치에서, 마스크테이블상의 마스크에 의한 패턴닝을 채택하는 데에는, 두 가지 서로 다른 형식의 기계로 구분될 수 있다. 한 가지 형태의 리소그래피 투영장치에서는 타겟부상에 전체 마스크패턴을 한번에 노광함으로써 각 타겟부가 조사되는데, 이러한 장치를 통상 웨이퍼 스테퍼(wafer stepper)라고 한다. 통상, 스텝-앤드-스캔 장치(step-and-scan apparatus)라고 불리워지는 대체장치에서는 투영빔하에서 소정의 기준방향(스캐닝 방향)으로 마스크 패턴을 점진적으로 스캐닝하는 한편, 이 방향과 같은 방향으로 반대 방향으로 기판을 동기화시켜 스캐닝함으로써 각 타겟부가 조사된다. 일반적으로 투영시스템은 배율인자 M (일반적으로 <1)을 가지므로 기판테이블이 스캐닝되는 속도 V 는 마스크테이블이 스캐닝되는 속도의 인자 M 배가 된다. 여기에 서술된 리소그래피장치와 관련된 보다 상세한 정보는 예를 들어, US 6,046,792호로부터 얻을 수 있으며 본 명세서에서도 참조자료로 채용된다.

리소그래피 투영장치를 사용하는 제조공정에서, (예를 들어, 마스크의) 패턴은 방사선감응재(레지스트)의 층이 최소한의 부분이라도 도포된 기판상에 묘화된다. 이 묘화단계에 앞서, 기판은 전처리(priming), 레지스트도포 및 소프트 베이킹과 같은 여러가지 과정을 거칠 수 있다. 노광 후에는, 노광후 베이킹(PEB), 현상, 하드 베이킹 및 묘화된 피처의 측정/검사와 같은 또 다른 과정을 거치게 된다. 이러한 일련의 과정은, 예를 들어 IC 디바이스의 개별층을 패턴닝하는 기초로서 사용된다. 그런 다음 이렇게 패턴닝된 층은 에칭, 이온주입(도핑), 금속화, 산화, 화학-기계적 폴리싱 등과 같은, 모두가 개별층을 마무리도록 하는 여러 공정을 거친다. 여러 개의 층이 요구된다면, 새로운 층마다 전체공정 또는 그것의 변형된 공정이 반복되어져야만 할 것이다. 그 결과로, 기판(웨이퍼)상에는 디바이스의 배열이 존재하게 될 것이다. 이들 디바이스는 다이싱 또는 소잉 등의 기술에 의하여 서로 분리되고, 이들 각각의 디바이스는 캐리어에 장착되고 핀 등에 접속될 수 있다. 이와 같은 공정에 관한 추가 정보는, 예를 들어, 본 명세서에서 참조자료로 채용되고 있는 'Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing (3판, Peter van Zant 저, McGraw Hill출판사, 1997년, ISBN 0-07-067250-4)'으로부터 얻을 수 있다.

설명을 간단히 하기 위하여, 상기 투영시스템은 이후에 '렌즈'라고 언급될 것이다. 하지만 이 용어는 예를 들어, 굴절광학, 반사광학 및 카타디옵트릭(catadioptric) 시스템을 포함한 다양한 형태의 투영시스템을 포괄하는 것으로서 폭넓게 해석되어야 한다. 또한 상기 방사선시스템은 방사선 투영법의 지향, 성형 또는 제어하기 위한 임의의 이들 설계방식에 따라 동작하는 구성요소를 포함할 수 있고, 이후의 설명에서는 이러한 구성요소들을 집합적으로 또는 개별적으로 '렌즈'라고 언급할 것이다. 더 나아가, 상기 리소그래피장치는 2이상의 기판테이블(및/또는 2 이상의 마스크테이블)을 구비하는 형태가 될 수도 있다. 이러한 '다수 스테이지' 장치에서는 추가 테이블이 병행으로 사용될 수 있으며, 1이상의 테이블이 노광에서 사용되고 있는 동안 1이상의 다른 테이블에서는 준비작업 단계가 수행될 수 있다. 예를 들어 US 5,969,441호 및 WO 98/40791호에는 트윈스테이지 리소그래피장치가 개시되어 있으며, 본 명세서에서도 인용 참조되고 있다.

예컨대, 2방위의 임계피처(critical feature)에 매칭된 상기 2방위의 2극조명(dipole illumination)의 용례에 맞는 2개의 마스크 및 2회의 노광을 사용하는 리소그래피 투영장치 및 방법이 알려져 있다. 그러한

2마스크 2노광 접근법의 또다른 예는 작은 피치를 갖는 조밀한 피치를 프린트하는 2극 조명의 용법 및 상기 조밀한 피치의 피치보다 큰 피치를 갖는 준-조밀한 고립된 피치를 프린트하는 고리형 조명의 용법이다. 이전의 예시에서와 같이, 조합된 노광(combined exposure)을 얻기 위해서는 대응하는 2번의 노광이 잇따라 수행된다. 그러한 '2중노광' 용법의 2가지 예 모두는 특정한 장점을 갖는다. 첫번째 예로서, 상기 2방위에서의 해상도는 예컨대, 단일 노광 4극조명으로 얻을 수 있는 해상도를 능가하며 향상될 수 있다. 두번째 예로서, 두 노광에 대하여 독립적으로 광근접성교정법(optical proximity correction method)을 선택할 수 있다. 이 여분의 자유도는 피치의 함수인, 프린트된 피치의 치수의 변동의 문제를 완화시키는데 사용될 수 있다. 그러한 2중노광 적용에 관한 더 상세한 정보는 예를 들어, 유럽특허출원 00308528.9호 및 00310368.6호로부터 얻을 수 있으며, 여기에서도 참조되고 있다. 그러한 장치 및 방법은 종래의 장치 및 방법에 비하여 향상된 성능에 의하여 특이 되는 한편, 단점은 그것들은 종래의 장치 및 방법과 마찬가지로 2번의 노광을 요구하고 따라서 실질적으로 쓰루풋을 반으로 줄인다는 것이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 실질적으로 쓰루풋을 감소시키지 않고도 2개의 상이한 마스크 노광을 조합할 수 있는 리소그래피 투영장치 및 방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에 따라, 서두에 기술된 리소그래피 장치에 있어서,

- 방사선의 추가 투영빔을 제공하는 수단을 더욱 포함하며,

상기 지지구조체는 패터닝수단의 패턴과는 다른 추가 패턴에 따라 추가 투영빔을 패터닝하는 역할을 하는 추가 패터닝수단을 더욱 지지하고,

2개의 패터닝된 투영빔 모두는 서로 중첩한 레지스트리(overlapping registry)로 동시에 기판상으로 투영되는 것을 특징으로 하는 장치를 통하여 상기 목적 및 그 밖의 목적이 달성된다.

이하에서는 설명을 용이하게 하고자, 상기 방사선 시스템은 '제1방사선시스템'이라 칭하고 상기 추가 방사선시스템은 '제2방사선시스템'이라 칭한다. 유사하게, 상기 방사선의 투영빔, 상기 패터닝수단 및 상기 패턴은 각각 '방사선의 제1투영빔', '제1패터닝수단', 및 '제1패턴'이라 칭하고, 상기 방사선의 추가 투영빔, 상기 추가 패터닝수단 및 상기 추가 패턴은 각각 '방사선의 제2투영빔', '제2패터닝수단' 및 '제2패턴'이라 칭한다.

상기 장치는 2개의 상이한 패턴을 동시에 기판상으로 투영되게 하여 실질적으로 공정의 쓰루풋 시간을 증가시키지 않으면서 2중노광법의 성능 이득을 제공하기 때문에 유리하다.

스텝-앤드-스캔장치에서, 제1패터닝수단과 제2패터닝수단을 지지하는 하나의 지지구조체를 사용하면 하나의 액추에이터를 사용하여 제1 및 제2패터닝수단이 동시에 스캐닝 방향으로 병진이동되게 할 수 있다. 이것은 두 노광의 서로에 대한 얼라인먼트 에러의 가능성을 줄이고, 2개의 별도의 스캐닝 지지구조체를 동조시킬 필요가 없어서 장치 자체의 복잡성을 줄이며, 또한 구조체의 중복을 피하게 되므로 장치의 비용을 절감한다.

기판상으로 2개의 패터닝된 빔의 투영을 수월하게 하기 위해서 제1 및 제2패터닝수단의 주면(major face)이 실질적으로 서로 직교하도록 2개의 패터닝수단이 지지구조체상에 지지될 수 있다.

지지구조체를 위치시키기 위하여 하나의 장행정 액추에이터가 사용될 수 있고 지지구조체에 대하여 제1 및 제2패터닝수단을 위치시키는데 각각 제1 및 제2단행정 액추에이터가 사용될 수 있다. 이것은 제1 및 제2빔간의 오버레이 에러를 피할 수 있고 예컨대, 각 패터닝수단의 표면결합을 고려하여 각 패터닝수단을 별도로 조정할 수 있게 한다.

바람직하게, 장치의 투영시스템은 상기 제1 및 제2의 패터닝된 빔을 조합하여 조합된 빔을 기판의 타겟부상으로 투영한다. 이것은 투영시스템의 많은 구성요소를 공유할 수 있게 하며 비용 및 에러 가능성을 모두 감소시킨다.

또다른 바람직한 실시예에서, 별도의 방사선시스템에 의하여 공급되는 제1 및 제2투영빔이, 각각 제1 및 제2패터닝수단을 가로지르는 때에, 편광빔-조합기(polarizing beam-combiner)를 사용하여 조합되는 평면 편광빔(plane polarized beam)이다. 시중에서 구할 수 있는 편광빔 조합기의 구조는 보통 조합될 빔이 상호 직교하고 있는 것이다. 따라서, 패터닝된 빔이 빔 조합기를 향하여 상호 직교방향으로 전파되는 방식으로 방사선시스템 및 패터닝수단을 배치하는 것이 바람직할 수 있다.

본 발명의 또다른 실시형태에 따르면,

- 적어도 부분적으로는 한 층의 방사선감응재로 덮인 기판을 제공하는 단계,
- 방사선시스템을 사용하여 방사선의 투영빔을 제공하는 단계,
- 패터닝수단을 지지하고 그것을 사용하여 투영빔의 단면에 패턴을 부여하는 단계, 및
- 방사선감응재층의 타겟부상으로 패터닝된 방사선의 빔을 투영하는 단계를 포함하는 디바이스 제조방법에 있어서,
- 방사선의 추가 투영빔을 제공하는 단계;
- 상기 지지구조체상에 추가 패터닝수단을 지지하고 그것을 사용하여 추가 투영빔의 단면에 상기 패터닝수단의 패턴과는 상이한 패턴을 부여하는 단계; 및
- 상기 패터닝된 빔과 동시에 상기 방사선감응재의 층으로 추가 패터닝된 빔을 투영하는 단계를 특징으로

하는 방법이 제공된다.

본 명세서에서는 IC의 제조에 있어서의 본 발명에 따른 장치의 사용례에 대하여 언급하였으나, 이러한 장치가 다른 여러 가능한 응용례를 가지고 있음이 명백히 이해되어야 할 것이다. 예를 들어, 상기 장치는 집적 광학시스템, 자기영역메모리용 유도 및 검출패턴, 액정표시패널, 박막자기헤드 등의 제조에도 이용될 수 있다. 당업자라면, 이러한 대안적인 적용례와 관련하여, 본 명세서에서 사용된 '레티클', '웨이퍼' 또는, '다이'와 같은 용어가 각각 '마스크', '기판' 및 '타겟부' 등과 같은 좀 더 일반적인 용어로 대체되고 있음을 이해할 수 있다.

본 명세서에서, '방사선' 및 '빔'이란 용어는 (예를 들어, 파장이 365, 248, 193, 157 또는 126nm 인) 자외선 및 EUV(극자외선, 예를 들어 파장이 5 내지 20nm 범위인)를 포함한 모든 형태의 전자기방사선뿐만 아니라 이온빔이나 전자빔과 같은 입자빔까지도 포함하여 사용된다.

이하, 첨부된 개략적인 도면을 참조로 단지 예시의 방식으로 본 발명의 실시예를 서술한다.

제1실시예

도 1은 본 발명의 특정한 실시예에 따른 리소그래피 투영장치를 개략적으로 도시한다. 상기 장치는,

방사선(예를 들어, UV 방사선)의 투영빔(PB)을 공급하는 방사선시스템(Ex, IL)(특별히 이 경우에 방사선 시스템이 방사원(LA)도 포함한다);

마스크(MA)(예를 들어, 레티클)를 잡아주는 마스크 홀더가 마련된, 마이템(PL)에 대하여 마스크를 정확히 위치시키는 제1위치설정수단에 연결된 제1대물테이블(마스크테이블)(MT);

기판(W)(예를 들어, 레지스트 코팅된 실리콘 웨이퍼)을 잡아주는 기판 홀더가 마련된, 마이템(PL)에 대하여 기판을 정확히 위치시키는 제2위치설정수단에 연결된 제2대물테이블(기판테이블)(WT); 및

기판(W)의 타겟부(C)(101상의 다이를 포함)에 마스크(MA)의 조사된 부분을 묘화하는 투영시스템('렌즈')(PL)(예를 들어, 굴절렌즈시스템)을 포함하여 이루어진다.

도시된 바와 같이, 상기 장치는 (투과마스크를 구비한) 투과형(transmissive type)이다. 하지만, 일반적으로는, 예를 들어 (반사마스크를 구비한) 반사형일 수도 있다. 대안적으로, 상기 장치는 위에서 언급한 바와 같은 형태의 프로그램 가능한 거울 배열과 같은 그 밖의 다른 종류의 패턴닝수단을 채용할 수도 있다.

방사원(LA)(예를 들어, 엑시머레이저)은 방사선의 빔을 생성한다. 상기 빔은 곧바로 조명시스템(일루미네이터)(IL)에 들어 가거나, 예를 들어 빔 익스펜더(Ex)와 같은 컨디셔닝 수단을 거친 다음에 조명시스템으로 들어간다. 상기 일루미네이터(IL)는 빔내의 세기 분포의 외반경 및/또는 내반경 크기(통상 각각 σ -외측 및 σ -내측이라 함)를 설정하는 조정수단(AM)을 포함하여 이루어진다. 또한 그것은 일반적으로 인티그레이터(IN) 및 콘덴서(CO)와 같은 그 밖의 다른 다양한 구성요소들을 포함하고 있다. 이러한 방식으로, 마스크(MA)에 도달하는 빔(PB)은 그 단면에 소정의 균일성과 세기 분포를 갖게 된다.

도 1과 관련하여, 상기 방사원(LA)은 리소그래피 투영장치의 하우징내에 놓이지만(흔히 예를 들어, 방사원(LA)이 수은 램프인 경우에서처럼), 그것이 리소그래피 투영장치로부터 멀리 떨어져 있어서 그것이 안 들어 낸 방사선빔이 (가령, 적절한 지향 거울에 의해) 장치 내부로 들어오게 할 수도 있다. 후자의 시나리오는 방사원(LA)이 흔히 엑시머레이저인 때의 경우이다. 본 발명과 청구 범위는 이를 시나리오를 모두 포함하고 있다.

이후, 상기 빔(PB)은 마스크 테이블(MT)상에 잡혀있는 마스크(MA)를 통과한다. 마스크(MA)를 지난 빔(PB)은 렌즈(PL)를 통과하여 기판(W)의 타겟부(C)위에 빔(PB)을 포커스한다. 제2위치설정수단(및 간섭계측정수단(IF))에 의하여, 기판테이블(WT)은, 예를 들어 빔(PB)의 경로내에 상이한 타겟부(C)를 위치시키도록 정확하게 이동될 수 있다. 이와 유사하게, 제1위치설정수단은 예를 들어, 마스크 라이브러리로부터 마스크(MA)를 기계적으로 회수한 후에, 또는 스캔하는 동안, 빔(PB)의 경로에 대하여 마스크(MA)를 정확히 위치시키도록 사용될 수 있다. 일반적으로 대물테이블(MT, WT)의 이동은, 도 1에 명확히 도시되지는 않았지만, 긴 행정 모듈(long stroke module)(개략 위치설정) 및 짧은 행정 모듈(미세 위치설정)의 도움을 받아 실현될 것이다. 하지만, (스텝-앤드-스캔장치와는 대조적으로) 웨이퍼스테퍼의 경우에는 마스크테이블(MT)이 짧은행정모듈에만 연결될 수도 있고 고정될 수도 있다.

상술한 장치는 다음의 두가지 상이한 모드로 사용될 수 있다.

1. 스텝 모드에서는, 마스크테이블(MT)은 기본적으로 정지상태로 유지되며, 전체 마스크 이미지는 한번에 (즉, 단일 '섬광'으로) 타겟부(C)에 투영된다. 이후 기판테이블(WT)이 x 및/또는 y 방향으로 쉬프트되어 다른 타겟부(C)가 빔(PB)에 의하여 조사될 수 있다.

2. 스캔 모드에서는, 소정 타겟부(C)가 단일 '섬광'으로 노광되지 않는 것을 제외하고는 기본적으로 동일한 시나리오가 적용된다. 그 대신에, 마스크테이블(MT)이 v의 속도로 소정 방향(소위 '스캔방향', 예를 들어 y 방향으로 이동 가능해서, 투영빔(PB)이 마스크 이미지의 모든 부분을 스캐닝하도록 되고, 이와 함께 기판테이블(WT)은 속도 v_M 로, 동일한 방향 또는 그 반대 방향으로 동시에 이동하는 데, 이 때 M 은 렌즈(PL)의 배율(통상 $M=1/4$ 또는 $M=1/5$)이다. 이러한 방식으로, 해상도를 떨어뜨리지 않고도 비교적 넓은 타겟부(C)가 노광될 수 있다.

도 2는 본 발명의 제1실시형태에 따른 장치의 개략적인 배치구성을 도시한다. 일반적인 작동은 도 1과 관련하여 상기 서술된 것과 동일하므로 반복하지 않는다.

도 2에 도시된 장치는 각각 방사선의 제1투영빔(4) 및 방사선의 제2투영빔(14)을 공급하는 제1방사선시스템(I) 및 제2방사선시스템(II)을 구비한다. 방사선시스템(I, II)의 각각은 도 1에 도시되고 상술된 바와 같이, 요소(IL)를 포함하며, 요소(Ex)를 포함할 수도 있다. 방사선시스템(I, II)이 반드시 동일한 것은 아니다. 가령, 방사선이 하나의 방사원에 의하여 생성된다면, 방사원과 2개의 방사선시스템의 입구간의

광경로길이 동일하지 않을 수도 있어서 그 결과 이를 입구에서 투영빔의 단면이 서로 다를 수 있다. 따라서 이 차이는 필연적으로 예컨대, 상기 단면에서의 차이를 보상하기 위해서 상이한 빔익스펜션율($\text{beam expansion factor}$)을 두드리지게 하는, 도 1에 도시된 요소(Ex)와 같은 빔익스펜터를 사용하도록 하게 한다. 하지만, 일반적으로 2개의 방사선시스템은 서로의 실질적인 복제품일 수 있다. 각 방사선시스템은 예컨대, 도 1에서 ϕ -내측 및 ϕ -외측의 값을 설정하는 요소(AM)와 같은 조정수단이나 예를 들어, 다중극 조정모드를 생성하는 가조정요소($\text{adjustable element}$)를 포함할 수 있다. 제1방사선시스템의 조정의 설정이 제2방사선시스템의 조정의 설정과 상이하여, 서로 독립적으로, 각각 제1 및 제2패턴의 투영된 이미지의 리소그래피 성질을 최적화하도록 할 수도 있다.

투영빔(4, 14)은 패턴닝된 방사선빔(24, 224)을 만들어내기 위해서 각각 제1 마스크(2) 및 제2마스크(12)에 의하여 패턴닝된다. 투영시스템(20)에서, 제1 및 제2의 패턴닝된 방사선빔은 각각 렌즈(3, 13)를 통과하고 편광빔-조합기(21)(역으로 사용하면 편광빔-스플리터)에서 조합된다. 렌즈(3, 13)는 각각 패턴닝된 빔(24, 224)의 이형(anomaly)을 보상하는(또는, 가능하다면 교정하는)데 각각 사용될 수 있어, 반드시 제2의 패턴닝된 빔에 영향을 주지 않고도 제1의 패턴닝된 빔의 보상(또는 교정)이 실현될 수 있고 또 그 반대의 경우도 마찬가지의 장점이 있다. 하지만, 그러한 보상수단이 필요없다면, 렌즈(3, 13)없이 투영시스템에 포함된 렌즈요소(23)의 상류에 편광빔 조합기가 있을 수도 있다.

편광빔 조합기의 빔 조합특성을 최적으로 활용하기 위해서(즉, 방사선 에너지의 손실을 줄이기 위해서), 예를 들어 빔(24)의 전기장은 도 2의 평면에 실질적으로 평행하게 방위를 잡고('P-편광'), 빔(224)의 전기장은 도 2의 평면에 실질적으로 수직으로 방위를 잡도록('S-편광'), 패턴닝된 빔(24, 224)의 전자기 방사선이 선형으로 편광된다.

패턴닝된 빔의 상기 상태의 편광의 또다른 장점은 2극조명과 결합되어 생긴다. 선형으로 편광된 전자기 방사선을 사용하여 2극노광(dipole exposure)이 실행될 때에는, 2극패턴내의 2개의 (주)극을 연결하는 축선에 실질적으로 수직으로 전기장이 방위를 잡고 그런 다음 그 축선이 노광시 묘화되는 마스크 피처에 실질적으로 수직인 경우에, 상기 전기장은 그들 피처에 실질적으로 평행하게 될 것이다. 이것은 노광의 효율을 크게 증가시키고 특히, 크게 향상된 이미지 콘트라스트를 만들어낸다(이것에 관하여는 유럽특허출원 제 0030852.9호를 참조).

하지만, 2개의 패턴닝된 빔이 조합된 후에는 편광의 상태를 바꾸어 주는 것이 바람직할 수 있다. 예컨대, 원형으로 편광된 패턴닝된 빔은 투영시스템의 편광-의존성 묘화특성($\text{polarization-dependent imaging property}$)에 덜 민감할 수 있다. 따라서 본 실시예는 편광빔 조합기의 하류에 $\lambda/4$ 판(22)($\lambda/4$ 판의 1 파동판)을 둔다. 그것의 주축선을 상기 S- 및 P-편광 방향에 대하여 45° 방위에 두면, 상기 판은 조합된 패턴닝된 빔을 그것이 광시스템(23)의 나머지부분을 통과하여 기판(25)상에 묘화되기 이전에 실질적으로 원형으로 편광된 패턴닝된 빔(224)으로 바꾸어 놓는다.

방사선시스템(1, 11)은 선형으로 편광된 광을 만들어내는 (멀리 떨어져 있거나 통합된) 방사원을 포함할 수 있다. 이것은 패턴닝된 빔의 상술한 S- 및 P-편광 상태를 가져오도록 이용될 수 있다. 또한 제1 및 제2투영빔내의 적절한 위치에 놓인 선형 편광필터를 사용하여 상기 선형 편광상태를 확보할 수 있다.

도 3에 도시된 바와 같이, 결합된 마스크 테이블(30)상에 2개의 마스크(2, 12)가 탑재된다. 제1마스크(2)는 마스크 테이블의 제1구역(30a)상에 수평으로 탑재되고 제2마스크(12)는 마스크 테이블의 제2구역(30b)상에 수직으로 탑재된다. 이것은 2개의 마스크가 함께 스캔되도록 하여 2번의 노광간 마스크리인먼트의 위험을 줄인다. 마스크테이블(30)을 구동하는 데에는 하나의 장행정 액추에이터가 사용되지만, 별도의 단행정 액추에이터가 마스크테이블(30)에 대하여 각각의 마스크(2, 12)의 위치를 조정한다.

(2개의 패턴닝된 빔 모두에 의하여 공급된 에너지의 결과에 따른 기판에서의 노광 축적(exposure build-up)이 하나의 스캐닝속도를 수반한다는 사실을 가정하면) 두 노광의 노광 도즈(dose)가 각각 공차이내에 들게 하기 위해서, 가변 감쇠기(variable attenuator)는 방사선시스템(1, 11)의 부분이다. 이를 가변 감쇠기에 의하여 기판 타겟영역상에 들어오는 방사선의 노광 도즈는 2개의 패턴닝된 투영빔의 각각에 대하여 서로 독립적으로 튜닝될 수 있다. 주의할 것은 스캔 속도의 변화는 패턴닝된 투영빔 각각에 대하여 동일한 방식으로 영향을 미칠 것이라는 것이다.

제2의 패턴닝된 빔은 제1의 패턴닝된 빔과 동시에 기판상으로 투영되므로, 두 빔간의 상호 가간섭성(mutual coherence)은 2개의 투영된 이미지들간의 간섭을 최소화하기 위해서 가능한 한 낮아야 한다. 가간섭성의 개념은 방사선의 전파방향을 따른 가간섭성 길이(이하 '시간적 가간섭성'이라 칭함) 및 전파방향에 수직인 방향을 따른 가간섭성 길이(이하 '공간적 가간섭성'이라 칭함)를 수반한다. 공간적 가간섭성은 일반적으로 엑시머레이저나 수은 마크램프와 같은 방사원이 전형적으로 낮은 공간적 가간섭성을 가진 광선을 발생시키기 때문에 문제를 일으키지 않는다. 공간적 가간섭성은 예컨대, 공간적 가간섭성에 직접 관련되는 반점(speckle) 현상은 광리소그래피에서 문제가 되지 않을 만큼 낮은 것이 일반적이다. 시간적 가간섭성의 발생을 피하기 위해서, 본 실시예에서는 각 방사선시스템에 하나씩 2개의 별도의 방사원을 사용할 것이 고려된다.

또다른 실시예에서는, 편광빔 조합기가 빔 조합기로 사용되는 클레이트 빔스플리터 또는 펠리클 빔스플리터이다. 도 2의 요소(21)와 같은 입방체형 편광빔-조합기는 보통 직각삼각형의 빔면 표면에 함께 집착된(적어도 하나에는 직각삼각형의 빔면 표면에 빔-조합 코팅한 유전체가 제공된) 2개의 프리즘형 구성요소로 이루어진다. 이러한 집착의 존재는 오염을 유발하는 방사선 임팩트, 즉 가스 방출로 인한 불안정성과 같은 문제를 일으킬 수 있다. 또한, 패턴닝된 빔이 가로지르는 경로중에 입방체형 요소가 존재하면 투영시스템내에 고정되어야 하는(적어도 최소화되어야 하는) 특정한 이미지 수차를 유발할 수 있다. 클레이트 빔 조합기 또는 펠리클 빔 조합기를 사용하면 이들 문제를 완화시킨다. 이들 빔 조합기는 빔 조합기 코팅을 지닌 하나의 평면-평행 기판을 특징으로 하여 광학적 집착계면이 존재하지 않는다. 또한, 캐리어 기판은 충분히 얇아(예를 들어, 펠리클 빔 조합기의 경우에는 마이크로미터급으로) 허용 불가능한 광수차의 발생을 피할 수 있다.

다음 실시예는 도 4에 개략적으로 도시되어 있다. 여기에서, 방사선 시스템(1, 11)에 의하여 각각 공급되는 방사선의 투영빔(4, 14)은 하나의 방사원(LA)에 의하여 만들어진다. 방사원(LA)으로부터 나온 투영

빔(41)은 빔스플리터(212)에 의하여 갈라져 방사선시스템(1)으로 공급되는 제1투영빔(42) 및, 요소(213, 214)를 지나 방사선시스템(2)으로 공급되는 제2투영빔(43)이 된다. 상기 요소(213, 214)는 예컨대, 도 4에 도시된 바와 같은 꺾임 거울(folding mirror)일 수 있다.

패터닝된 빔들(24, 224)(도 4)간의 시간적 가간섭성에 의하여 유발될 가능성이 있는 불리한 영향은 스플리터(212)와 패터닝수단(2, 12)의 사이에서 두 빔의 각각의 경로길이의 차이로 인하여 회피된다.

빔스플리터(212)는 편광 빔스플리터(예컨대, 편광 플레이트 빔스플리터 또는 편광 큐브 빔스플리터)일 수 있다. 그런 다음, 일반적으로 액시머레이저는 선형으로 편광된 광을 만들어낸다는 사실을 이용할 수 있다. 즉, 레이저의 편광을 도 4에 도시된 바와 같이 x, y 방향에 대하여 45° 각도로 회전 위치시킴으로써, 빔스플리터(212)는 투영빔(42, 43)에 각각 P- 및 S-편광을 부여하는 한편 방사선 에너지의 손실을 최소화한다. 또한, 상술한 바와 같이 선형 편광기의 사용은 이러한 방식으로 회피될 수 있다.

또다른 실시예에서, 도 5에 도시된 바와 같이 빔스플리터(212)는 평행하게 배치된 복수의 빔스플리터(50)를 포함한다. 각각의 빔스플리터(50)는 투과된 빔에 부여된 에너지와 반사된 빔에 부여된 에너지간의 비율을 상이하게 특징짓는다. 빔스플리터(212)를 도 5에서 화살표(51)로 표시된, 빔스플리팅 표면에 평행한 방향으로 이동시킴으로써, 패터닝된 방사선빔(24)과 패터닝된 방사선빔(224)간의 노광도조의 비가 조합된 패터닝된 빔(224)의 에너지를 실질적으로 변화시키지 않고도 조정될 수 있다. 이 조정수단은 동시에 단일 스캐닝 속도가 주어지면 두 패터닝된 빔에 대한 소요되는 노광도조를 설정하는 데 사용될 수 있다. 상술한 바와 같이 이 방식에 따라 이러한 목적으로 가변 감쇠기의 사용을 피할 수 있다. 결론적으로, 더 빠른 스캐닝 속도에서 소요되는 노광도조가 실현될 수 있다.

이상, 본 발명의 특정 실시예에 관하여 기술하였지만, 본 발명이 기술된 바와 다르게도 실시될 수 있음은 명확하다. 상기 서술내용은 본 발명을 제한하지 않는다.

발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명에 따르면 실질적으로 쓰루풋을 감소시키지 않고도 2개의 상이한 마스크 노광을 조합할 수 있는 리소그래피 투영장치 및 방법이 제공된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

- 방사선의 투영빔을 제공하는 방사선시스템,
- 소정 패턴에 따라 투영빔을 패터닝하는 역할을 하는 패터닝수단을 지지하는 지지구조체,
- 기판을 잡아주는 기판데이블, 및
- 기판의 타겟부상에 패터닝된 빔을 투영하는 투영시스템을 포함하는 리소그래피 투영장치에 있어서,
- 방사선의 추가 투영빔을 제공하는 수단을 더욱 포함하며,

상기 지지구조체는 패터닝수단의 패턴과는 다른 추가 패턴에 따라 추가 투영빔을 패터닝하는 역할을 하는 추가 패터닝수단을 더욱 지지하고,

2개의 패터닝된 투영빔 모두는 서로 중첩한 레지스트리로 동시에 기판상으로 투영되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 지지구조체는 각 패터닝수단의 주면이 다른 패터닝수단의 주면에 실질적으로 직교하도록 2개의 패터닝수단 모두를 지지하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

- 지지구조체를 위치시키는 장행정 구동수단;
- 지지구조체에 대하여 패터닝수단을 위치시키는 제1 단행정 구동수단; 및
- 지지구조체에 대하여 추가 패터닝수단을 위치시키는 제2 단행정 구동수단을 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 투영시스템은 2개의 패터닝된 빔 모두를 조합하여 조합된 빔을 기판의 타겟부상으로 투영하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 추가 투영빔은 추가 방사선시스템에 의하여 제공되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
두 투영빔 모두는 평면 편광된 빔인 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 7

제6항에 있어서,
투영빔들은 편광빔-조합기를 사용하여 조합되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 편광빔-조합기는 투영시스템의 일부이고, 상기 투영시스템은 $\lambda/4$ 판을 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,
투영빔들은 실질적으로 상호 비간섭성(incoherent)인 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,
두 패턴닝수단 모두는 마스크인 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,
적어도 하나의 방사선시스템은 방사원을 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 12

제5항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,
방사선시스템 및 추가 방사선시스템에 방사선의 빔을 공급하는 단일 방사원을 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 13

- 적어도 부분적으로는 한 층의 방사선감응재로 덮인 기판을 제공하는 단계,
- 방사선시스템을 사용하여 방사선의 투영빔을 제공하는 단계,
- 지지구조체상에 패턴닝수단을 지지하고 그것을 사용하여 투영빔의 단면에 패턴을 부여하는 단계, 및
- 방사선감응재층의 타겟부상으로 패턴닝된 방사선의 빔을 투영하는 단계를 포함하는 디바이스 제조방법에 있어서,
- 방사선의 추가 투영빔을 제공하는 단계;
- 상기 지지구조체상에 추가 패턴닝수단을 지지하고 그것을 사용하여 추가 투영빔의 단면에 상기 패턴닝수단의 패턴과는 상이한 패턴을 부여하는 단계; 및
- 상기 패턴닝된 빔과 동시에 상기 방사선감응재의 층으로 추가 패턴닝된 빔을 투영하는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조방법.

청구항 14

제13항의 방법에 따라 제조된 디바이스.

도면

図1

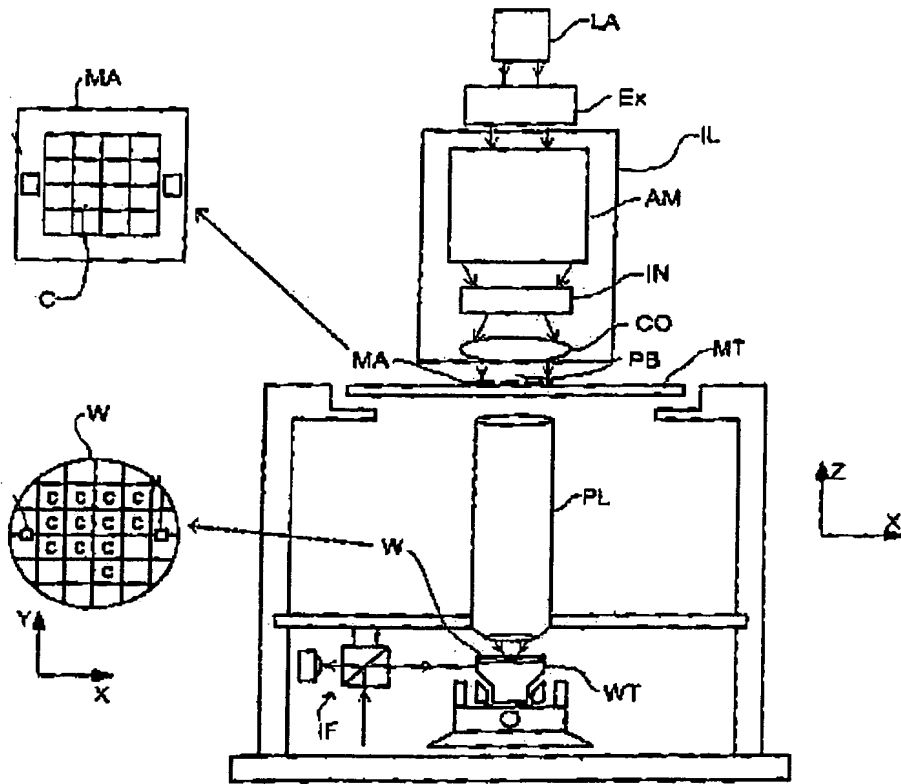


図2

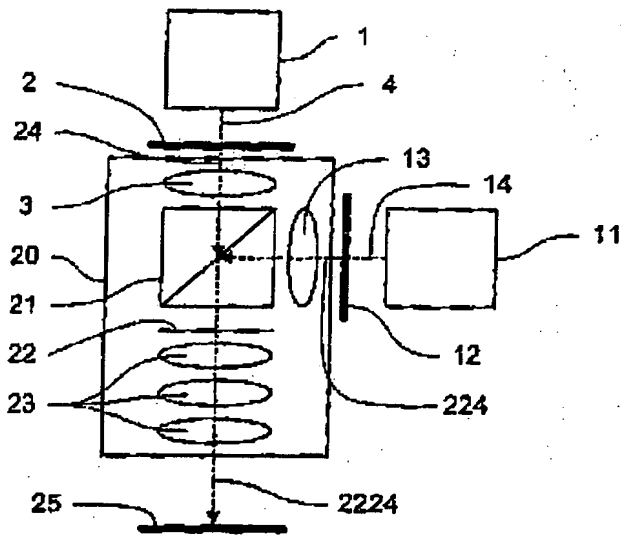


FIG. 3

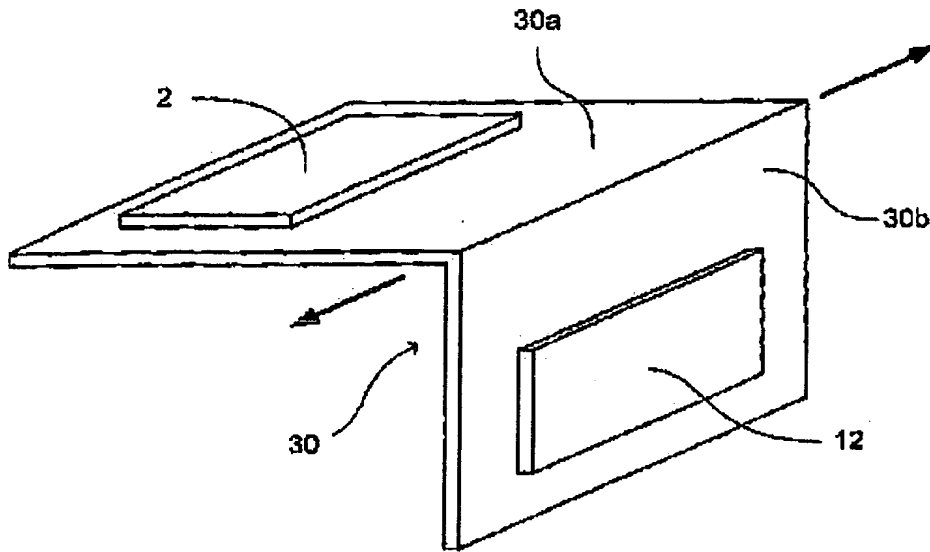


図 10A

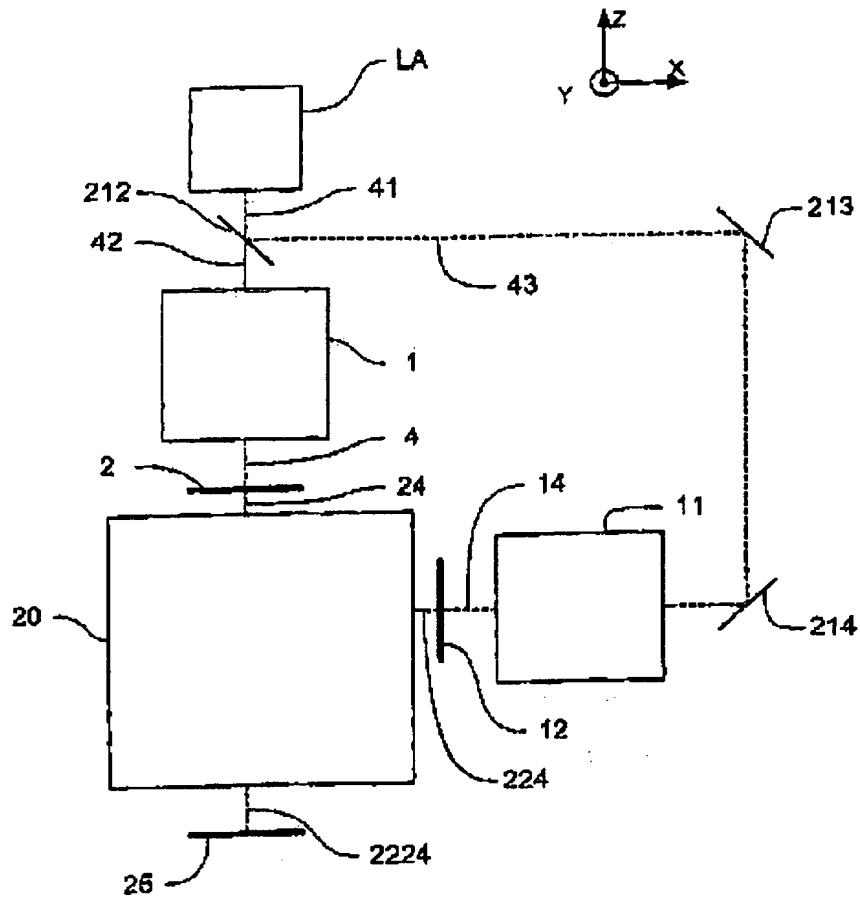


FIG. 5

